



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002216422 A**(43) Date of publication of application: **02.08.02**

(51) Int. Cl.

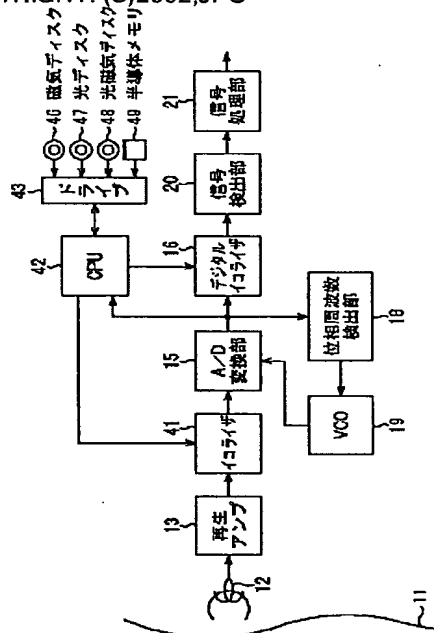
G11B 20/10
G11B 5/09
(21) Application number: **2001007487**(22) Date of filing: **16.01.01**(71) Applicant: **SONY CORP**
(72) Inventor: **KOTANI YASUTAKA**
OSABE HISAO
**(54) APPARATUS AND METHOD FOR
 REPRODUCING MAGNETIC DATA, RECORDING
 MEDIUM, AND PROGRAM**
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the accuracy of waveform equalization in the preceding stage of a PLL(phase locked loop).

SOLUTION: The waveform equalization of the data of a magnetic recording medium 11 read by a magnetic head 12 is performed by an equalizer 41. A phase frequency detecting part 18 and a VCO(voltage controlled oscillator) 19 constitutes a so-called PLL. A CPU 42 calculates an optimum tap coefficient by using an LMS(least mean square) algorithm on the basis of the output of an A/D conversion part 15, and outputs it to a digital equalizer 16. Based on the calculated tap coefficient, the CPU 42 produces further a control signal for optimizing the equalization characteristics of waveform equalization of the equalizer 41, and outputs it to the equalizer 41. The digital equalizer equalizes a reproducing signal by using the tap coefficient inputted from the CPU 42. The equalizer 41 applies waveform equalization to the inputted signal on

the basis of the control signal inputted from the CPU 42.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



磁気データ再生装置 31

THIS PAGE BLANK (USPTO)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気記録媒体からデータを再生する磁気データ再生装置において、

前記磁気記録媒体からの再生信号を等化する第1の等化手段と、

前記第1の等化手段により等化された前記信号を用いて、

クロックを再生するクロック再生手段と、

前記クロック再生手段により再生された前記クロックを基に、前記第1の等化手段により等化された前記信号をデジタルデータに変換する変換手段と、

前記変換手段により変換された前記デジタルデータを更に等化する第2の等化手段と、

前記第1の等化手段および前記第2の等化手段を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は、前記第1の等化手段により等化された前記信号を基に、前記第2の等化手段を制御するための制御情報を生成するとともに、生成した前記制御情報を基に、前記第1の等化手段を制御することを特徴とする磁気データ再生装置。

【請求項2】 前記第2の等化手段は、3以上のタップ係数乗算手段を備え、

前記制御情報は、タップ係数であることを特徴とする請求項1に記載の磁気データ再生装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記タップ係数乗算手段のうち、係数の最も大きな前記タップ係数乗算手段に接する2つの前記タップ係数乗算手段がそれぞれ用いる第1のタップ係数および第2のタップ係数の和に基づいて、前記第1の等化手段を制御することを特徴とする請求項2に記載の磁気データ再生装置。

【請求項4】 前記制御手段は、前記第1のタップ係数および前記第2のタップ係数の和が0になるように、前記第1の等化手段を制御することを特徴とする請求項3に記載の磁気データ再生装置。

【請求項5】 磁気記録媒体からデータを再生する磁気データ再生装置の磁気データ再生方法において、

前記磁気記録媒体からの再生信号を等化する第1の等化ステップと、

前記第1の等化ステップの処理により等化された前記信号を用いて、クロックを再生するクロック再生ステップと、

前記クロック再生ステップの処理により再生された前記クロックを基に、前記第1の等化ステップの処理により等化された前記信号をデジタルデータに変換する変換ステップと、

前記変換ステップの処理により変換された前記デジタルデータを更に等化する第2の等化ステップと、

前記第1の等化ステップおよび前記第2の等化ステップの処理を制御する制御ステップとを含み、

前記制御ステップの処理では、前記第1の等化ステップにより等化された前記信号を基に、前記第2の等化ステ

ップの処理を制御するための制御情報を生成するとともに、生成した前記制御情報を基に、前記第1の等化ステップの処理を制御することを特徴とする磁気データ再生方法。

【請求項6】 磁気記録媒体からデータを再生する磁気データ再生装置用のプログラムであって、

前記磁気記録媒体からの再生信号を等化する第1の等化ステップと、

前記第1の等化ステップの処理により等化された前記信号を用いて、クロックを再生するクロック再生ステップと、

前記クロック再生ステップの処理により再生された前記クロックを基に、前記第1の等化ステップの処理により等化された前記信号をデジタルデータに変換する変換ステップと、

前記変換ステップの処理により変換された前記デジタルデータを更に等化する第2の等化ステップと、

前記第1の等化ステップおよび前記第2の等化ステップの処理を制御する制御ステップとを含み、

前記制御ステップの処理では、前記第1の等化ステップにより等化された前記信号を基に、前記第2の等化ステップの処理を制御するための制御情報を生成するとともに、生成した前記制御情報を基に、前記第1の等化ステップの処理を制御することを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項7】 磁気記録媒体からデータを再生する磁気データ再生装置を制御するコンピュータが実行可能なプログラムであって、

前記磁気記録媒体からの再生信号を等化する第1の等化ステップと、

前記第1の等化ステップの処理により等化された前記信号を用いて、クロックを再生するクロック再生ステップと、

前記クロック再生ステップの処理により再生された前記クロックを基に、前記第1の等化ステップの処理により等化された前記信号をデジタルデータに変換する変換ステップと、

前記変換ステップの処理により変換された前記デジタルデータを更に等化する第2の等化ステップと、

前記第1の等化ステップおよび前記第2の等化ステップの処理を制御する制御ステップとを含み、

前記制御ステップの処理では、前記第1の等化ステップにより等化された前記信号を基に、前記第2の等化ステップの処理を制御するための制御情報を生成するとともに、生成した前記制御情報を基に、前記第1の等化ステップの処理を制御することを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気データ再生装置および磁気データ再生方法、記憶媒体、並びにプログ

ラムに関し、特に、PLLの信号取り出し点より前段で実行される等化処理を最適化することにより、コストを上昇させることなく、再生信号出力の劣化を回避することができる、磁気データ再生装置および磁気データ再生方法、記憶媒体、並びにプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】図1は、従来の磁気データ再生装置の構成を示すブロック図である。

【0003】例えば、磁気テープなどの磁気記録媒体11に記録されたデータは、磁気ヘッド12によりアナログの電気信号に変換され、再生アンプ13によって増幅され、イコライザ14に入力される。増幅された信号は、イコライザ14において、クロック再生ができる程度に波形等化が行われて、A/D変換部15に出力される。A/D変換部15は、ある程度は等化されたアナログデータをデジタルデータに変換し、デジタルイコライザ16、CPU17、および位相周波数検出部18に出力する。

【0004】位相周波数検出部18は、再生される信号の時間情報の検出を行う。検出された時間情報はVCO (Voltage Controlled Oscillator・電圧制御発振器) 19に入力され、再生クロックの位相周波数がコントロールされる。磁気データ再生装置1においては、ここで再生されたクロックによりA/D変換部15がデータのサンプルを行う、いわゆるPLL (Phase Locked Loop・位相同期ループ) が構成されている。

【0005】デジタルイコライザ16に入力されたデジタルデータは、更に等化を施される。A/D変換部15の前段に設けられているアナログのイコライザ14では、回路の限界もあり、最適な等化を行うことは事実上不可能なため、後段に設けられたデジタルイコライザ16によって、より精度の高い等化を行うことができるようになされている。磁気データ再生装置1において、PLLの位相周波数検出のための信号の取り出しは、より精度の高い等化が実施された後が望ましいのであるが、デジタルイコライザ16の後段において信号を取り出すと、PLLのループが長くなり、PLLの特性に影響を与えるため、A/D変換部15の出力より、PLLに入力される信号を取り出すようになされている。

【0006】CPU17は、A/D変換部15の出力に基づいて、例えば、LMS (Least Mean Square) アルゴリズムにより、最適な係数を算出し、デジタルイコライザ16に出力する。デジタルイコライザ16は、CPU17から入力される係数を用いて、テープの特性の変化や装置の温度特性による磁気記録再生特性の変化を吸収するような自動等化を行っている。

【0007】例えば、テープにより、記録再生波形の位相特性が異なったり、高温下での連続再生などによって、再生信号のF特が落ちるなどの現象が起こるような場合、デジタルイコライザ16は、これらの特性を補償

すべく動作する。デジタルイコライザ16により、更に精度の高い等化を施されたデータは、信号検出部20に出力され、例えば、ビタビ復号などを用いた信号検出方式によりデータが検出され、信号処理部21に出力される。信号処理部21は、各種のパケットデータ検出やエラー訂正などの再生信号処理を行う。磁気データ再生装置1が、例えば、デジタルVTRの再生部に用いられている場合、信号処理部21は、画像信号、音声信号を出力する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】F特のずれが生じている場合、再生信号の品質は、デジタルイコライザ16の等化処理によってもある程度は向上するが、前段のイコライザ14を最適化したほうが、再生信号の品質の向上が大きいことが、実験において確認されている。これは、イコライザ14の出力に等化誤差が残っている場合、クロック再生を行うPLLの信号の取り出しであるA/D変換部15の出力信号に等化誤差が残ってしまうために、再生クロックにジッタ (微妙な揺れ・歪み) が乗るためである。

【0009】このように、再生PLLの信号の取り出し点において、信号の等化誤差が残ると、例えば、再生装置を高温下で動作させた場合などに信号の品質が劣化し、デジタルVTRなどの機器では、音声が届かず途切れてしまったり、画が貼りつく (再生画像が静止してしまう) などの不具合が生じてしまう。

【0010】デジタルVTRなどでは、テープの走行中に、磁気ヘッド12に付着物などが付いた場合、再生信号の周波数特性が大幅 (3~6 dB程度) に落ちることが観測されている。このような場合、図1に示されるように、PLLの前段と後段にフィルタを置き、後段のフィルタを制御しようとしても、PLLの信号取り出しにおいて、精度の良い等化処理がなされていないと、PLLによってジッタが増加し、良好な再生信号出力が得られない場合がある。

【0011】これらの不具合を回避する方法として、例えば、エラーレートマージンを確保するために、磁気ヘッド12などの、それぞれの部品のスペックを厳しくするようにしてもよいが、スペックを厳しくした場合、部品のコスト上昇に伴い、磁気データ再生装置1のコストは上昇してしまう。

【0012】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、PLLの信号取り出し点より前段で実行される等化処理を最適化することにより、コストを上昇させることなく、例えば、デジタルVTRの走行中の磁気ヘッドへの付着物などによるF特劣化に起因する、画の貼りつきや音声の途切れなどの、再生信号出力の劣化を回避することができるようにするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気データ再生

装置は、磁気記録媒体からの再生信号を等化する第1の等化手段と、第1の等化手段により等化された信号を用いて、クロックを再生するクロック再生手段と、クロック再生手段により再生されたクロックを基に、第1の等化手段により等化された信号をデジタルデータに変換する変換手段と、変換手段により変換されたデジタルデータを更に等化する第2の等化手段と、第1の等化手段および第2の等化手段を制御する制御手段とを備え、制御手段は、第1の等化手段により等化された信号を基に、第2の等化手段を制御するための制御情報を生成するとともに、生成した制御情報を基に、第1の等化手段を制御することを特徴とする。

【0014】第2の等化手段には、3以上のタップ係数乗算手段を備えさせることができ、制御情報は、タップ係数であるものとすることができる。

【0015】制御手段には、タップ係数乗算手段のうち、係数の最も大きなタップ係数乗算手段に接する2つのタップ係数乗算手段がそれぞれ用いる第1のタップ係数および第2のタップ係数の和に基づいて、第1の等化手段を制御させるようにすることができる。

【0016】制御手段には、第1のタップ係数および第2のタップ係数の和が0になるように、第1の等化手段を制御させるようにすることができる。

【0017】本発明の磁気データ再生方法は、磁気記録媒体からの再生信号を等化する第1の等化ステップと、第1の等化ステップの処理により等化された信号を用いて、クロックを再生するクロック再生ステップと、クロック再生ステップの処理により再生されたクロックを基に、第1の等化ステップの処理により等化された信号をデジタルデータに変換する変換ステップと、変換ステップの処理により変換されたデジタルデータを更に等化する第2の等化ステップと、第1の等化ステップおよび第2の等化ステップの処理を制御する制御ステップとを含み、制御ステップの処理では、第1の等化ステップにより等化された信号を基に、第2の等化ステップの処理を制御するための制御情報を生成するとともに、生成した制御情報を基に、第1の等化ステップの処理を制御することを特徴とする。

【0018】本発明の記録媒体に記録されているプログラムは、磁気記録媒体からの再生信号を等化する第1の等化ステップと、第1の等化ステップの処理により等化された信号を用いて、クロックを再生するクロック再生ステップと、クロック再生ステップの処理により再生されたクロックを基に、第1の等化ステップの処理により等化された信号をデジタルデータに変換する変換ステップと、変換ステップの処理により変換されたデジタルデータを更に等化する第2の等化ステップと、第1の等化ステップおよび第2の等化ステップの処理を制御する制御ステップとを含み、制御ステップの処理では、第1の等化ステップにより等化された信号を基に、第2の等化

ステップの処理を制御するための制御情報を生成するとともに、生成した制御情報を基に、第1の等化ステップの処理を制御することを特徴とする。

【0019】本発明のプログラムは、磁気記録媒体からの再生信号を等化する第1の等化ステップと、第1の等化ステップの処理により等化された信号を用いて、クロックを再生するクロック再生ステップと、クロック再生ステップの処理により再生されたクロックを基に、第1の等化ステップの処理により等化された信号をデジタルデータに変換する変換ステップと、変換ステップの処理により変換されたデジタルデータを更に等化する第2の等化ステップと、第1の等化ステップおよび第2の等化ステップの処理を制御する制御ステップとを含み、制御ステップの処理では、第1の等化ステップにより等化された信号を基に、第2の等化ステップの処理を制御するための制御情報を生成するとともに、生成した制御情報を基に、第1の等化ステップの処理を制御することを特徴とする。

【0020】本発明の磁気データ再生装置、磁気データ再生方法、およびプログラムにおいては、磁気記録媒体からの再生信号が等化され、等化された信号を用いて、クロックが再生され、再生されたクロックを基に、等化された信号がデジタルデータに変換され、変換されたデジタルデータが更に等化され、前段の等化および後段の等化の処理が制御され、前段で等化された信号を基に、後段の等化を制御するための制御情報が生成されるとともに、生成された制御情報を基に、前段の等化ステップの処理が制御される。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0022】図2は、本発明を適応した磁気データ再生装置31の構成を示すブロック図である。なお、従来の場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する（以下、同様）。

【0023】すなわち、磁気データ再生装置31は、イコライザ14に代わってイコライザ41が、CPU17に代わってCPU42が設けられ、更に、ドライブ43が新たに設けられている以外は、図1の磁気データ再生装置1と同様の構成を有している。CPU41は、デジタルイコライザ16に出力するタップ係数を基に、イコライザ41の波形等化を最適化するための制御信号を生成して、イコライザ41に出力する。ドライブ43は、CPU41に接続され、必要に応じて磁気ディスク46、光ディスク47、光磁気ディスク48、および半導体メモリ49が装着され、データの授受を行うようになされている。

【0024】イコライザ41は、CPU41から入力される制御信号に基づいて、入力された信号に波形等化を施す。図3に、イコライザ41の更に詳細なブロック図

を示す。ここでは、CPU41は、アナログコサインイコライザ53に対して、波形等化を最適化するための制御信号を生成して、出力している場合について説明する。

【0025】イコライザ41に入力された信号は、磁気記録再生特性の逆特性にほぼ近い特性を有する微積分等化器51によって、概ね、等化を施される。次に、位相等化器52により、位相特性の等化、すなわち、磁気記録における、例えば、テープなどの媒体の配向による位相の回転が補償される。図4に、位相等化器52の代表的な位相特性を示す。位相等化器52の位相特性は、周波数全域にわたり平坦である。また、ここには示さないが、位相等化器52のゲイン特性も平坦である。

【0026】位相等化器52により位相等化を施されたデータは、アナログコサインイコライザ53に入力される。アナログコサインイコライザ53には、図5に示されるアナログコサインフィルタが用いられている。

【0027】図5に示されるアナログコサインフィルタは、遅延部61-1および61-2、タップ係数乗算部62-1乃至62-3、並びに加算部63から構成されている。遅延部61-1および61-2は、入力されたデータを、1サンプル分遅延させる。タップ係数乗算部62-1および62-3は、入力されたデータに、タップ係数Cを乗算する。アナログコサインフィルタの特性は、このタップ係数Cによって決まる。タップ係数乗算部62-2は、入力されたデータに1を乗算する（すなわち、入力されたデータをそのまま出力する）。加算部63は、タップ係数乗算部62-1乃至62-3から入力されたデータを加算して出力する。

【0028】アナログコサインフィルタに入力されたデータは、遅延部61-1およびタップ係数乗算部62-1に入力される。タップ係数乗算部62-1は、遅延されていないデータに、タップ係数Cを乗算し、加算部63に出力する。遅延部61-1は、入力されたデータを1サンプル分遅延させて、タップ係数乗算部62-2および遅延部61-2に出力する。

【0029】タップ係数乗算部62-2は、入力された、1サンプル遅れのデータを、そのまま加算部63に出力する。遅延部61-2は、入力されたデータを1サンプル分遅延させて、タップ係数乗算部62-3に出力する。すなわち、タップ係数乗算部62-3に入力されたデータは、2サンプル遅れのデータである。タップ係数乗算部62-3は、2サンプル遅れのデータに、タップ係数Cを乗算し、加算部63に出力する。

【0030】加算部63は、タップ係数Cが乗算され、かつ、遅延されていないデータ、タップ係数が乗算されておらず、かつ、1サンプル遅延されたデータ、および、タップ係数Cが乗算され、かつ、かつ、2サンプル遅延されたデータの入力を受け、それらのデータを加算して出力する。

【0031】図6に、アナログコサインイコライザ53のゲイン特性を示す。アナログコサインイコライザ53は、磁気データ再生系の状態による周波数特性の変化を吸収することを目的として、ゲイン周波数特性を上下させるように働く。また、このアナログコサインイコライザ53の位相特性は平坦である。従って、位相等化器52と、アナログコサインイコライザ53とは、独立に最適な調整を行うことが可能になされている。

【0032】イコライザ41は、等化したデータを、A/D変換部15に出力する。A/D変換部15は、入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。デジタル化された再生データの一方は、位相周波数検出部18に出力され、再生される信号の時間情報の検出が行われる。検出された時間情報は、VCO19に出力され、再生クロックの位相周波数がコントロールされる。ここで再生されたクロックを基に、A/D変換部15がデータのサンプルを行う、いわゆるPLLが構成されている。

【0033】また、もう一方のデジタル化されたデータは、デジタルイコライザ16に出力され、更に等化を施される。デジタルイコライザ16には、図7に示されるFIR (Finite Response) デジタルフィルタが用いられている。FIRデジタルフィルタは非巡回形であるため、常に安定性が保証される。従って、安定性を考慮せずに、係数を自由に変えることができるため、適応形フィルタリングに適しており、目的に応じて各種の構成法（例えば、直接形、縦接形、格子形等）を選択することができる。

【0034】図7に示すFIRデジタルフィルタは、遅延部71-1乃至71-6、タップ係数乗算部72-1乃至72-7、および、加算器73により構成されている。遅延部71-1乃至71-6は、入力されたデータを、1サンプル分遅延させる。タップ係数乗算部72-1乃至72-7は、入力されたデータに、タップ係数K1乃至K7を、それぞれ乗算する。FIRデジタルフィルタの特性は、このタップ係数K1乃至K7によって決まる。加算部73は、タップ係数乗算部72-1乃至72-7から入力されたデータを加算して出力する。図7の例では、7タップのFIRデジタルフィルタの例を示しているが、タップ数はこれより多くても構わないし、これより少なくても構わない。

【0035】FIRデジタルフィルタに入力されたデータは、遅延部71-1およびタップ係数乗算部72-1に入力される。タップ係数乗算部72-1は、遅延されていないデータに、タップ係数K1を乗算し、加算部73に出力する。遅延部71-1は、入力されたデータを1サンプル分遅延させて、タップ係数乗算部72-2および遅延部71-2に出力する。

【0036】以下、遅延部71-2乃至71-6およびタップ係数乗算部72-2乃至72-7においても、同様の処理が実行され、1サンプルずつ遅延させたデータ

に、それぞれのタップ係数が乗算されて、加算部73に出力される。加算部73は、入力されたデータを加算し、出力する。

【0037】適応設計アルゴリズムは、希望特性と現在の特性との差を誤差として、誤差のグラジエント（傾き）を基に、誤差が少なくなる方向へ制御していくためのアルゴリズムであり、この誤差のグラジエント推定値として、自乗平均誤差の値を用いる適応アルゴリズムがLMS（Least Mean Square）アルゴリズムである。タップ係数K1乃至K7は、CPU41の処理により、LMSアルゴリズムを基に、フィルタ通過後のS/N比が最大になるように決定される。この方式は収束速度が速く、磁気記録再生系の変化にも十分追従が可能である。

【0038】しかしながら、例えば、入力される信号のゲイン周波数特性が大きく変化した場合、イコライザ41による等化誤差が大きくなる。このような場合、位相周波数検出のための信号の取り出し点での等化誤差が大きくなり、位相周波数検出部18とVCO19で構成されるPLLにより再生されたクロックにジッタが残ってしまい、デジタルイコライザ16で等化を施したとしても、再生信号の品質を劣化させる場合がある。また、位相周波数検出のための信号の取り出し点をデジタルイコライザ16の出力とすることも考えられるが、PLLのループが長くなってしまい、これもまた好ましくない。

【0039】すなわち、CPU41は、デジタルイコライザ16のタップ係数K1乃至K7の値をコントロールするとともに、その係数を参照することにより、イコライザ41をコントロールするための制御信号を生成して、出力する。この結果、イコライザ41の等化特性のずれが補償され、ジッタによる信号の品質の劣化を防ぐことができる。

【0040】具体例として、アナログコサインイコライザ53による等化がずれてしまうことにより、周波数特性が右上がりになっているようなイコライザ41の等化特性のずれを保証する場合について説明する。

【0041】イコライザ41が、ほぼ正しい等化を行っている場合、後段のデジタルイコライザ16のタップ係数は、図8（A）に示されるように、センタータップK4にのみ大きな係数が現れ、その他のタップ係数は小さな値に留まる。しかし、アナログコサインイコライザ53の等化がずれてしまい、周波数特性が右上がりになっている場合、デジタルイコライザ16は右下がりの周波数特性を示すため、図8（B）に示されるように、センターの両サイドタップの係数K3およびK5に大きな値が現れる。

【0042】すなわち、CPU41は、デジタルイコライザ16に出力するタップ係数のうち、センタータップに対する両サイドタップであるタップ係数K3およびタップ係数K5の値を参照することにより、アナログコサインイコライザ53のずれを推定することができる。C

PU41は、両サイドのタップ係数K3およびタップ係数K5の値を基に、アナログコサインイコライザ53の周波数特性を必要に応じて変更させることにより、最適な等化を実行させることができる。

【0043】図9のフローチャートを参照して、アナログコサインイコライザ53の周波数特性を制御する処理について説明する。

【0044】ステップS1において、CPU41は、アナログコサインイコライザ53のずれを検出するための変数Aにゼロを代入する。

【0045】ステップS2において、CPU41は、LMSアルゴリズムにより決定されるタップ係数K1乃至K7から、タップ係数K3およびタップ係数K5の値を抽出して、変数Aに、 $K3 + K5$ を加算する。

【0046】ステップS3において、CPU41は、変数Aの値と、所定の正の閾値とを比較し、変数A>正の閾値であるか否かを判断する。ここで、正の閾値とは、アナログコサインイコライザ53の周波数特性が低い方向にずれているか否かを判断するための閾値であり、予め、実験により求められている。

【0047】ステップS3において、変数A>正の閾値であると判断された場合、処理は、ステップS6に進む。ステップS3において、変数A>正の閾値ではないと判断された場合、ステップS4において、CPU41は、変数Aの値と、所定の負の閾値とを比較し、変数A<負の閾値であるか否かを判断する。ここで、負の閾値とは、アナログコサインイコライザ53の周波数特性が高い方向にずれているか否かを判断するための閾値であり、予め、実験により求められている。

【0048】ステップS4において、変数A<負の閾値であると判断された場合、処理は、ステップS8に進む。

【0049】ステップS4において、変数A<負の閾値ではないと判断された場合、アナログコサインイコライザ53の周波数特性を修正する必要はないので、ステップS5において、CPU41は、LMSを動作させて（すなわち、LMSアルゴリズムによって、タップ係数K1乃至K7を決定して、デジタルイコライザ16に出力して）、処理は、ステップS1に戻り、それ以降の処理が繰り返される。

【0050】ステップS3において、変数A>正の閾値であると判断された場合、ステップS6において、CPU41は、アナログコサインイコライザ53の周波数特性を上げる方向に1ステップ変更させるための制御信号を生成して、イコライザ41のアナログコサインイコライザ53に出力する。アナログコサインイコライザ53は、入力された制御信号に従って、周波数特性を変更する。

【0051】ステップS7において、ステップS5と同様の処理が実行され、その後、処理は、ステップS1に

戻り、それ以降の処理が繰り返される。

【0052】ステップS4において、変数A<負の閾値であると判断された場合、ステップS8において、CPU41は、アナログコサインイコライザ53の周波数特性を下げる方向に1ステップ変更させるための制御信号を生成して、イコライザ41のアナログコサインイコライザ53に出力する。アナログコサインイコライザ53は、入力された制御信号に従って、周波数特性を変更する。

【0053】ステップS9において、ステップS5と同様の処理が実行され、その後、処理は、ステップS1に戻り、それ以降の処理が繰り返される。

【0054】この場合、制御のためのループが2重になる(イコライザ41の出力によって決定する、デジタルイコライザ16を制御するためのタップ係数K1乃至K7を用いて、イコライザ41を制御している)ため、時定数などの選び方に注意を要する。例えば、処理中に、適当な待ち時間を用意することにより、イコライザ41が正しく制御されるようにしてもよい。

【0055】また、この説明では、デジタルイコライザ16におけるFIRフィルタのタップ係数を用いて、アナログコサインイコライザ53を制御する場合を例としたが、FIRフィルタのタップ係数から、位相等化器52のずれの推定を行うようにしてもよい。

【0056】すなわち、イコライザ41の出力において、位相のずれが生じている場合、センタータップに対して両側のタップ係数(タップ係数K1乃至K3と、タップ係数K5乃至K7)には、それぞれ、正負逆方向に、大きな値が現れる。CPU41は、それらの値を基に、位相等化器52のずれを補正するための補正值を算出して、位相等化器52に出力するようにしても良い。

【0057】上述した一連の処理は、ソフトウェアにより実行することもできる。そのソフトウェアは、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

【0058】この記録媒体は、図2に示されるように、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク46(フロッピー(登録商標)ディスクを含む)、光ディスク47(CD-ROM(Compact Disk-Read Only Memory)、DVD(Digital Versatile Disk)を含む)、光磁気ディスク48(MD(Mini-Disk)を含む)、もしくは半導体メモリ49などよりなるパッケージメディアなどにより構成される。

【0059】また、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0060】

【発明の効果】本発明の磁気データ再生装置、磁気データ再生方法、およびプログラムによれば、磁気記録媒体からの再生信号を等化し、等化された信号を用いて、クロックを再生し、再生されたクロックを基に、等化された信号をデジタルデータに変換し、変換されたデジタルデータを更に等化し、前段の等化および後段の等化の処理を制御し、前段で等化された信号を基に、後段の等化を制御するための制御情報を生成するとともに、生成された制御情報を基に、前段の等化ステップの処理を制御するようにしたので、PLLの信号取り出し点より前段で実行される等化処理が最適化されるので、コストを上昇させることなく、再生信号出力の劣化を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の磁気データ再生装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明を適応した磁気データ再生装置の構成を示すブロック図である。

【図3】図2のイコライザの更に詳細な構成を示すブロック図である。

【図4】図3の位相等化器の特性について説明するための図である。

【図5】図2のアナログコサインイコライザに用いられているアナログコサインフィルタの構成を示すブロック図である。

【図6】アナログコサインフィルタの特性について説明するための図である。

【図7】図2のデジタルイコライザの、FIRデジタルフィルタの構成を示すブロック図である。

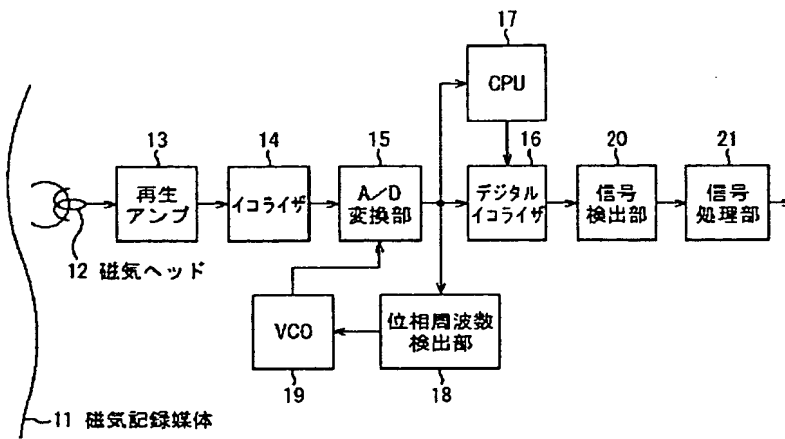
【図8】FIRのタップ係数について説明するための図である。

【図9】アナログコサインイコライザの周波数特性を制御する処理について説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

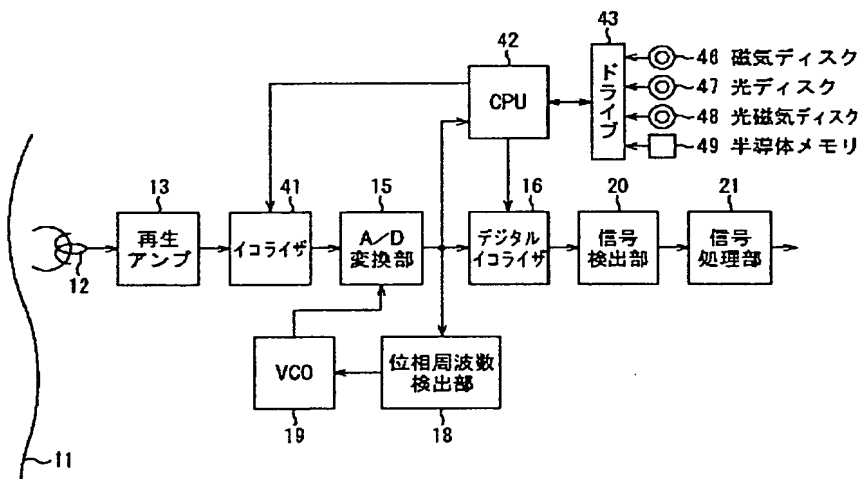
11 磁気記録媒体、 12 磁気ヘッド、 15 A/D変換部、 16 デジタルイコライザ、 18 位相周波数検出部、 19 VCO、 41 イコライザ、 42 CPU、 51 積分等化器、 52 位相等化器、 53 アナログコサインイコライザ

【図1】



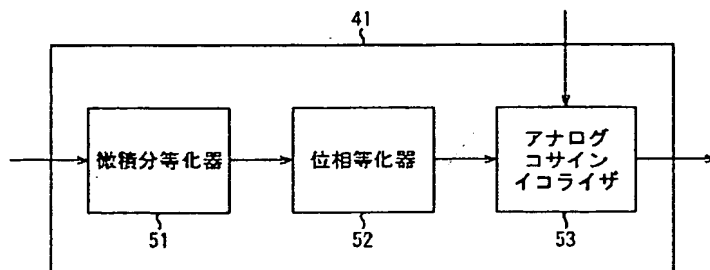
磁気データ再生装置 1

【図2】



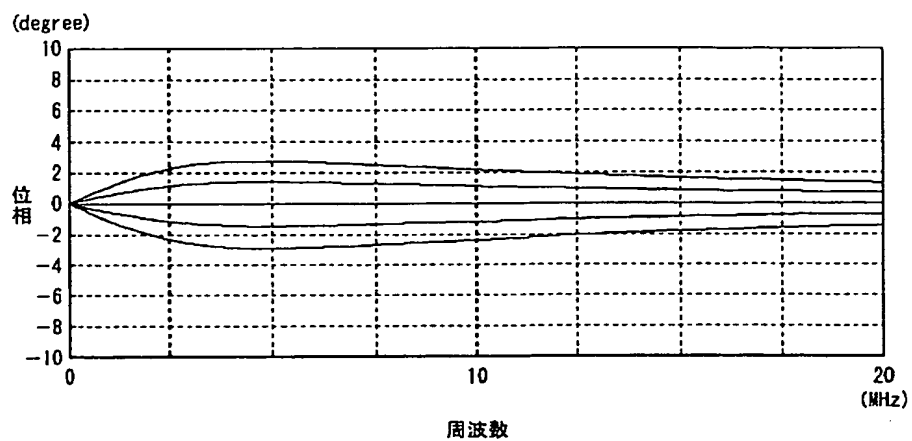
磁気データ再生装置 31

【図3】



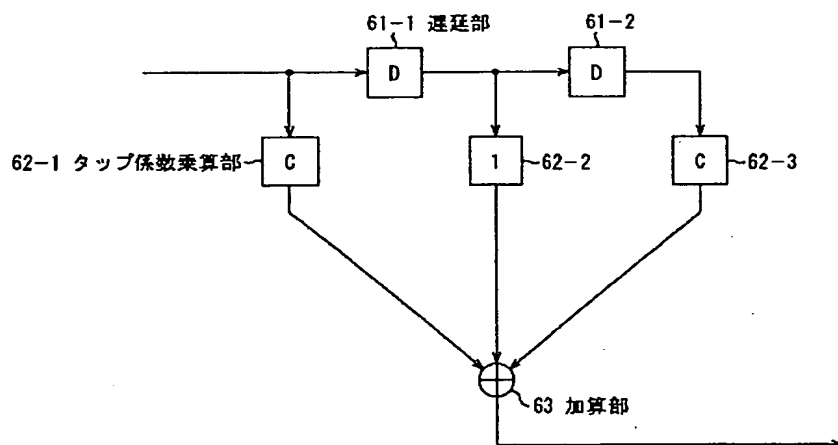
イコライザ 41

【図4】



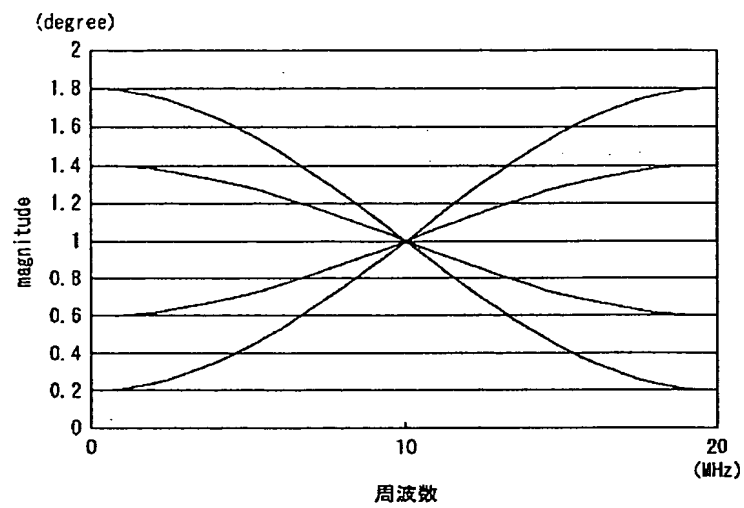
位相等化器52の特性

【図5】



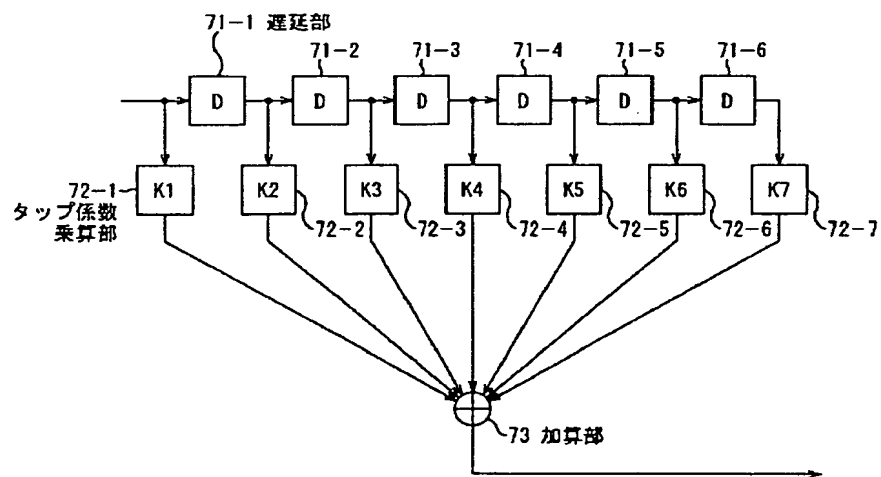
アナログコサインフィルタ

【図6】



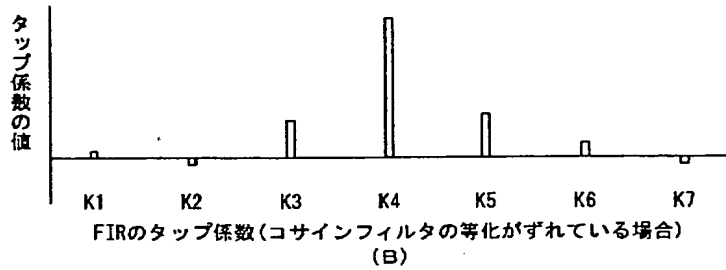
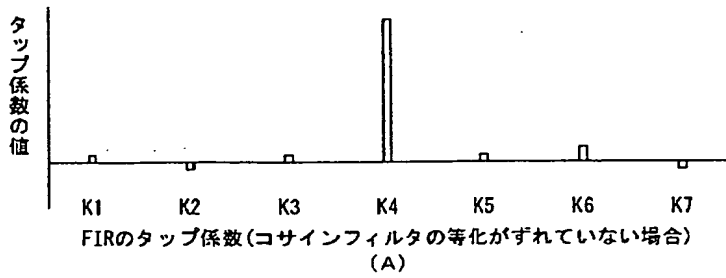
アナログコサインフィルタ特性

【図7】

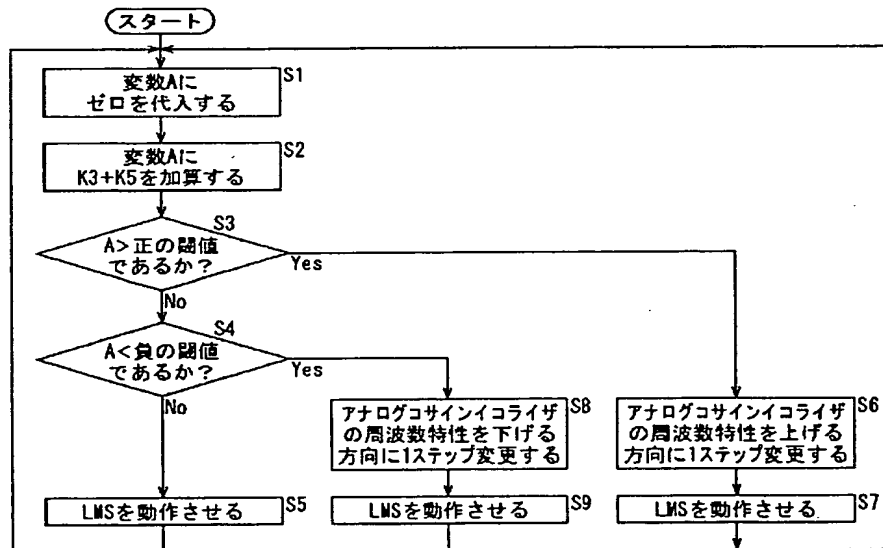


FIRデジタルフィルタ

【図8】



【図9】



THIS PAGE BLANK (USPTO)